



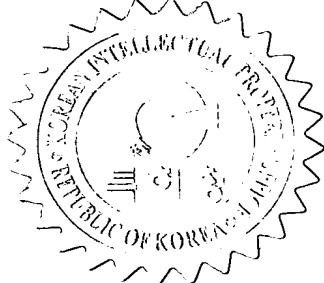
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2004-0018330  
Application Number

출원년월일 : 2004년 03월 18일  
Filing Date MAR 18, 2004

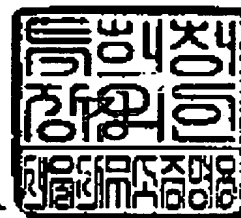
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2010년 05월 25일

특허청

COMMISSIONER



◆ This certificate was issued by Korean Intellectual Property Office. Please confirm any forgery or alteration of the contents by an issue number or a barcode of the document below through the KIPOnet- Online Issue of the Certificates' menu of Korean Intellectual Property Office homepage ([www.kipo.go.kr](http://www.kipo.go.kr)). But please notice that the confirmation by the issue number is available only for 90 days.

출원번호: 10-2004-0018330

**【서지사항】**

**【서류명】** 명세서 등 보정서

**【수신처】** 특허청장

**【제출일자】** 2006.03.06

**【제출인】**

**【명칭】** 한국전자통신연구원

**【출원인코드】** 3-1998-007763-8

**【사건과의 관계】** 출원인

**【대리인】**

**【명칭】** 유미특허법인

**【대리인코드】** 9-2001-100003-6

**【지정된변리사】** 이원일

**【포괄위임등록번호】** 2001-038431-4

**【사건의 표시】**

**【출원번호】** 10-2004-0018330

**【출원일자】** 2004.03.18

**【심사청구일자】** 2004.03.18

**【발명의 명칭】** 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치, 및 그 방법

**【제출원인】**

**【발송번호】** 9-5-2005-0621533-89

**【발송일자】** 2005.12.05

출원번호: 10-2004-0018330

【보정할 서류】 명세서등

【보정할 사항】

【보정대상항목】 별지와 같음

【보정방법】 별지와 같음

【보정내용】 별지와 같음

【취지】 특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합니다.

대리인

유미특허법인 (인)

【수수료】

【보정료】 3,000원

【추가심사청구료】 0원

【기타 수수료】 0원

【합계】 3,000 원

【첨부서류】 1. 보정내용을 증명하는 서류[특허청구범위 보정]\_1통

**【보정서】**

**【보정대상항목】** 청구항 1

**【보정방법】** 정정

**【보정내용】**

**【청구항 1】**

직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서,

임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 PN 열 발생 수단;

상기 다중 PN 열상에서  $M$ -ary 데이터 심볼 중 PN 열을 고르는 선택 비트를  
통해 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(space-time trellis code:  
STTC)를 구성하고, 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부  
호에 따라 시공간 부호화하여 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 시공간 부호화  
수단;

상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변  
조하는 제1 및 제2 변조 수단; 및

상기 제1 및 제2 변조 수단의 출력을 무선 상으로 각각 전송하는 제1 및 제2  
다중 전송 안테나

를 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【보정대상항목】** 청구항 2

**【보정방법】** 정정

출원번호: 10-2004-0018330

**【보정내용】**

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 PN 열 발생 수단은 병렬 전환이 2인 경우 상기 시공간 부호화를 위해  $M/2+1$ 개의 PN 열을 발생하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【보정대상항목】 청구항 7**

**【보정방법】 정정**

**【보정내용】**

**【청구항 7】**

직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서,

시공간 부호화된 신호를 다중 경로를 통해 수신하는 적어도 하나의 수신 안테나;

상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 역확산(despreading)하고, 페이딩 계수들의 곱에 복소수를 곱한 후 이를 실수화 처리하는 복수의 수신 데이터 처리 수단;

상기 복수의 수신 데이터 처리 수단으로부터 출력되는 신호를 각각 결합하는 복수의 합산기; 및

상기 복수의 합산기로부터 각각 출력되는 신호를 복호화하는 시공간 복호화

출원번호: 10-2004-0018330

수단

을 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

【보정대상항목】 청구항 8

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 11

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 11】

제9항에 있어서,

상기 계수  $\alpha_{k,i}$  는 상기 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호가 독립적인 페이딩을 겪는 것을 나타내며, 평균이 0이고  $E[|\alpha_{k,i}|^2]=1$  인 독립 복소 가우시안 랜덤 변수로 모델화되는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

【보정대상항목】 청구항 16

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 16】

직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법에 있어서,

출원번호: 10-2004-0018330

- a) 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계;
  - b) 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 단계;
  - c) 상기 다중 PN 열상에서  $M$ -ary 데이터 심볼 중 PN 열을 고르는 선택 비트를 통해 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 구성하는 단계;
  - d) 상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 단계; 및
  - e) 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하여 무선 상으로 각각 전송하는 단계
- 를 포함하여 이루어지는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.

【보정대상항목】 청구항 20

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 21

【보정방법】 정정

【보정내용】

【청구항 21】

직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 방법에 있어서,

- a) 시공간 부호화된 신호를 다중 경로를 통해 수신하는 단계;
- b) 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 각각 역확산하는 단계;

출원번호: 10-2004-0018330

c) 상기 각각 역확산된 복수의 PN 열들 각각에 페이딩 계수들의 켈레 복소수를 곱한 후, 이를 각각 실수화 처리하는 단계;

d) 상기 각각 실수화 처리된 신호를 각각 결합하는 단계; 및

e) 상기 각각 결합된 신호를 복호화하는 단계

를 포함하여 이루어지는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 방법.



**【서지사항】**

**【서류명】** 서지사항 보정서  
**【수신처】** 특허청장  
**【제출일자】** 2004. 12. 20  
**【제출인】**  
**【명칭】** 한국전자통신연구원  
**【출원인코드】** 3-1998-007763-8  
**【사건과의 관계】** 출원인  
**【대리인】**  
**【명칭】** 유미특허법인  
**【대리인코드】** 9-2001-100003-6  
**【지정된변리사】** 이원일  
**【포괄위임등록번호】** 2001-038431-4  
**【사건의 표시】**  
**【출원번호】** 10-2004-0018330  
**【출원일자】** 2004. 03. 18  
**【심사청구일자】** 2004. 03. 18  
**【발명의 명칭】** 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다  
이 버시티 송수신 장치, 및 그 방법  
**【제출원인】**  
**【접수번호】** 1-1-2004-0111770-38  
**【접수일자】** 2004. 03. 18

【보정할 서류】                      특허출원서

【보정할 사항】

【보정대상항목】                      발명자

【보정방법】                              정정

【보정내용】

【발명자】

【성명의 국문표기】                  이우용

【성명의 영문표기】                  LEE, WOO YONG

【주민등록번호】                      660808-1XXXXXX

【우편번호】                              305-755

【주소】                                      대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 112동 405호

【국적】                                      KR

【발명자】

【성명의 국문표기】                  배동운

【성명의 영문표기】                  BAI, DONG WOON

【주민등록번호】                      750723-1XXXXXX

【우편번호】                              305-755

【주소】                                      대전광역시 유성구 어은동 99번지 한빛아파트 132동 901호

【국적】                                      KR

【발명자】

【성명의 국문표기】                  오현서

【성명의 영문표기】                  OH, HYUN SEO

【주민등록번호】 600123-1XXXXXX

【우편번호】 302-724

【주소】 대전광역시 서구 관저동 대자연마을아파트 107동 301호

【국적】 KR

【취지】 특허법시행규칙 제13조 · 실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위  
와 같 이 제출합니다.

대리인

유미특허법인 (인)

【수수료】

【보정료】 원

【기타 수수료】 0 원

【합계】 0 원

출원번호: 10-2004-0018330

**【서지사항】**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>【서류명】</b>      | 특허출원서   |
| <b>【권리구분】</b>     | 특허  |
| <b>【수신처】</b>      | 특허청장  |
| <b>【제출일자】</b>     | 2004.03.18  |
| <b>【발명의 국문명칭】</b> | 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치, 및 그 방법  |
| <b>【발명의 영문명칭】</b> | A diversity transmitter-receiver in CDMA system using space-time code, and a method thereof |
| <b>【출원인】</b>      |   |
| <b>【명칭】</b>       | 한국전자통신연구원   |
| <b>【출원인코드】</b>    | 3-1998-007763-8   |
| <b>【대리인】</b>      |   |
| <b>【명칭】</b>       | 유미특허법인  |
| <b>【대리인코드】</b>    | 9-2001-100003-6   |
| <b>【지정된변리사】</b>   | 이원일   |
| <b>【포괄위임등록번호】</b> | 2001-038431-4   |
| <b>【발명자】</b>      |   |
| <b>【성명의 국문표기】</b> | 배동운   |
| <b>【성명의 영문표기】</b> | BAI, DONG WOON  |
| <b>【주민등록번호】</b>   | 750723-1XXXXXX  |
| <b>【우편번호】</b>     | 305-755   |
| <b>【주소】</b>       | 대전광역시 유성구 어은동 99번지 한빛아파트 132동 901호  |

출원번호: 10-2004-0018330

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이우용

【성명의 영문표기】 LEE, WOO YONG

【주민등록번호】 660808-1XXXXXX

【우편번호】 305-755

【주소】 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 112동 405호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다.

대리인

유미특허법인 (인)

【수수료】

【기본출원료】 41 면 38,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 22 항 813,000 원


【합계】 851,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 425,500 원

【기술이전】

【기술양도】 희망



출원번호: 10-2004-0018330

【실시권허여】                      희망

【기술지도】                        희망

【요약서】

【요약】

본 발명은 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서, 의사 잡음(pseudo noise: PN) 열 집합에서 구성된 시공간 부호(space-time trellis code: STTC)를 사용하여 구현되는 전송 다이버시티 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치는, 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 PN 열 발생 수단; 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(space-time trellis code: STTC)를 구성하고, 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 시공간 부호화 수단; 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하는 제1 및 제2 변조 수단; 및 제1 및 제2 변조 수단의 출력을 무선 상으로 각각 전송하는 제1 및 제2 다중 전송 안테나를 포함한다. 본 발명에 따르면, 다중 전송 안테나를 가진 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에서 시공간 부호화를 적용하는 방법을 적용함으로써, 전송 다이버시티 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 부가적인 부호화 이득을 얻고, 또한 PN 열 길이를 늘림으로써 다중 사용자 간섭을 줄일 수 있다.

【대표도】

도 3

출원번호: 10-2004-0018330

【색인어】

시공간 부호, 의사 잡음, 다이버시티, CDMA, 송수신기, 다중 전송 안테나



【명세서】

【발명의 명칭】

시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치, 및 그 방법 {A diversity transmitter-receiver in CDMA system using space-time code, and a method thereof}

【도면의 간단한 설명】

- [0001]           도 1은 종래의 기술에 따른 전송 다이버시티 송신기의 구성도이다.
- [0002]           도 2는 종래의 기술에 따른 전송 다이버시티 수신기의 구성도이다.
- [0003]           도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신기의 구성도이다.
- [0004]           도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신기의 구성도이다.
- [0005]           도 5는 본 발명의 실시예에 따라 9개의 PN 열을 사용하는 시공간 부호의 예를 나타내는 도면이다.
- [0006]           도 6은 본 발명의 실시예에 따라 4개의 PN 열을 사용하는 시공간 부호의 예를 나타내는 도면이다.
- [0007]           도 7a 및 도 7b는 각각 도 5와 같은 시공간 부호를 사용할 경우, 종래의 기술 및 본 발명의 실시예에 따른 성능 모의실험에 따른 프레임 오류확률(frame error probability)과 비트 오류확률(bit error probability) 결과를 각각 나타내

출원번호: 10-2004-0018330  
는 도면이다.

[0008] 도 8a 및 도 8b는 각각 도 6의 시공간 부호에서의 상태(state) 수를 달리할 경우, 종래의 기술 및 본 발명의 실시예에 따른 성능 모의실험에 따른 프레임 오류 확률과 비트 오류확률 결과를 각각 나타내는 도면이다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

[0009] 본 발명은 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서, 의사 잡음(pseudo noise: PN) 열 집합에서 구성된 시공간 트렐리스 부호(space-time trellis code: STTC)를 사용하여 구현되는 전송 다이버시티 송수신 장치, 및 그 방법에 관한 것이다.

[0010] 일반적으로, 무선 전송 시스템에서, 다이버시티(diversity)는 독립적인 여러 개의 신호를 제공하여 페이딩에 의한 왜곡의 영향을 줄이기 위한 것이다. 예를 들면, 이동 단말에서 기지국으로의 상향링크(uplink) 통신의 경우, 여러 개의 수신 안테나를 통해서 상기 다이버시티가 얻어지며, 또는 기지국에서 이동 단말로의 하향링크(downlink) 통신의 경우, 다중 전송 안테나를 통해서 상기 다이버시티가 얻어질 수 있다.

[0011] 한편, V. Tarokh이 시공간 부호(space-time code)를 이용하여 전송 다이버시

출원번호: 10-2004-0018330

티를 얻을 수 있는 방법을 제안하였다. 이러한 시공간 부호를 이용하는 방법은 트렐리스(trellis) 부호화에 의해 다이버시티와 부호화 이득을 대역폭 확장 없이 얻을 수 있는 방법으로서, 오류 정정 부호와 다이버시티 전송의 이점을 효과적으로 살림으로써, 시스템의 성능 이득을 얻게 된다.

[0012] 구체적으로, 1998년 3월에 간행된 IEEE Transactions on Information Theory 지의 제44권, 제2호의 744 내지 795 페이지에는 "Space-time codes for high data rate wireless communication: performance criterion and code construction"라는 명칭의 논문이 게재되어 있다.

[0013] 이 선행논문은 협대역 고속 이동통신 시스템에서 대역폭을 늘리지 않고 단일 전송 안테나와 같은 대역폭을 이용하여, 다중 전송 안테나에서 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 방법에 관한 것으로, 기존의 전송 다이버시티 방법들을 포함할 수 있는 일반적인 규칙을 발견하고, 이를 트렐리스 구조를 이용한 부호화를 이용하는 방법을 통해 검증하며, 다중 전송 안테나에서 다이버시티를 얻을 수 있는 방법을 제시하고 있다.

[0014] 상기 선행논문에 따르면, 협대역에서 사용 가능한 자원인 신호점들은 여러 개의 전송 안테나에 적절히 대응시킬 수 있는 일종의 부호화의 규칙과 예를 제시함으로써 다양한 전송 다이버시티 방법이 만들어질 수 있는 이론적 배경과 가능성을 제시하고 있다. 하지만, 상기 선행논문은 협대역 통신이라는 가정 하에 밀집된 신호 성상(signal constellation)에서 시공간 부호를 구성하여 상기 전송 다이버시티를 얻을 수 있는 가능성과 이론적 배경만을 제시하고 있을 뿐이다.

출원번호: 10-2004-0018330

[0015] 한편, V. Tarokh과 S. M. Alamouti는 시공간 블록 부호(space-time block code: STBC)를 이용하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 상기 시공간 트렐리스 부호(STTC)보다 간단하게 전송 다이버시티를 얻을 수 있는 반면에, 추가적인 부호화 이득을 얻기가 쉽지 않고, 전송 안테나가 2개 보다 많은 경우에는 대역폭 확장이 불가피하다는 문제점이 있다.

[0016] 한편, 시공간 부호를 이용하는 부호분할 다중접속(code division multiple access: CDMA) 시스템의 이동통신에서 전송 다이버시티를 얻는 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. CDMA 이동통신에서 가장 간단하게 전송 다이버시티를 얻는 방법으로는 각각의 사용자에게 전송할 신호를 각각의 전송 안테나에서 확장 부호를 이용하여 확산(spreading)시켜 전송하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 각각의 사용자별 전송 안테나마다 하나의 확장 부호를 부여하여야 하므로, 직교확장 부호를 사용하거나, 또는 확장 부호의 개수가 제한되어 있는 경우에, 지원 가능한 사용자의 수가 전송 안테나의 개수로 나눈 만큼 떨어지게 된다는 단점이 있다.

[0017] 예를 들어, 각 사용자에게 M개씩의 전송 안테나가 있다고 가정할 때, 각 사용자에게 M개의 확장부호가 각각 주어진다면 시공간 부호를 사용하지 않고도 M-fold 다이버시티를 얻을 수 있다. 이 방법의 단점은 만약 M개의 확장부호를 각각의 사용자에게 모두 할당하고 사용할 수 있는 총 부호의 개수가 한정되어 있는 경우, 한 개의 전송 안테나만 쓰는 경우보다  $1/M$ 배만큼의 사용자만 지원할 수 있다는 단점이 있다.

[0018] 이러한 단점을 극복하는 방법으로는 Alamouti의 부호나 그 밖의 시공간 블

출원번호: 10-2004-0018330

록 부호를 이용하여 CDMA 이동통신에서 전송 다이버시티를 얻는 방법이 있을 수 있다.

[0019] 한편, 종래 기술에 따른 CDMA 전송에서 시공간 부호를 이용하여 전송 다이버시티를 얻는 방법은, CDMA 무선 전송에서 확장 부호열을 사용하는 방법과 관련이 있고, 보다 상세하게는, 페이딩 환경에서 송신기의 다중 전송 안테나를 이용하여 보다 안정적인 전송을 하기 위해서 하향링크에서 부호화된 메시지를 보내는 방법과 연관된다.

[0020] 이러한 방법은 먼저, 하나 또는 그 이상의 그룹으로 구성된 사용자들에게 데이터 심볼 집합을 보내고, 이때, 각각의 사용자 그룹에게는 부호 그룹이라 불리는 각각의 확장 부호열 집합이 할당되게 된다. 또한, 각 데이터 심볼의 집합들은 두 개 또는 그 이상의 신호열 형태로 주어진 사용자 그룹의 해당되는 사용자들에게 전해지게 된다. 각각의 신호열은 두 개 이상의 전송 안테나 중에서 해당되는 안테나로 전송되게 되며, 이때, 상기 각각의 신호열은 해당하는 부호 그룹에 속해 있는 확장코드열들의 선형결합이다. 이러한 선형 결합에서 각각의 확장 부호열들은 스칼라 계수를 가지고 있으며, 각각의 이러한 스칼라 계수들은 적절한 데이터 심볼 (예를 들어, 주어진 사용자 그룹의 사용자에게 전달해야 할 데이터 심볼 등)의 선형 결합이거나, 또는 적절한 데이터 심볼의 쉼표 복소수일 수 있다.

[0021] 구체적으로, 미합중국 특허등록번호 US6,452,916호(2002년 9월 17일)에는 "Space-time spreading method of CDMA wireless communication"라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, CDMA 전송에서 시공간 부호를 이용하여 전송 다이버시티를 얻

출원번호: 10-2004-0018330  
는 방법에 관한 것이다.

[0022] 즉, 미합중국 특허등록번호 US6,452,916호는 CDMA 이동통신에서 전송 다이버시티를 얻되 제한된 총 확장 부호 개수 안에서 한 개의 안테나를 쓸 때와 같은 최대 사용자를 수용할 수 있는 방법을 제공하며, 이때, 시간축 대신 사용자 그룹의 다른 사용자들에게 할당된 확장 부호축을 사용하기 때문에, 기존의 시공간 블록 부호를 응용한 방법이라 볼 수 있다. 이 발명은 전체 확장 부호의 개수를 늘리지 않더라도 전송 다이버시티를 얻으면서 같은 수의 최대 사용자를 수용할 수 있지만, 이동 단말이 각 그룹 내의 다른 사용자들의 확장부호도 알아야 하는 단점이 있다.

[0023] 한편, 도 1 및 도 2를 참조하여, 종래 기술에 따른 CDMA 이동통신에서 전송 다이버시티를 얻는 방법의 일례를 설명한다.

[0024] 도 1은 종래의 기술에 따른 전송 다이버시티 송신기의 구성도이고, 도 2는 전송 다이버시티 수신기의 구성도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 종래의 기술에 따른 전송 다이버시티 송신기는 데이터 소스(110), 복수의 곱셈기(120-1, 120-2, ..., 120-n), 복수의 변조기(130-1, 130-2, ..., 130-n) 및 복수의 안테나(140-1, 140-2, ..., 140-n)로 구성되며,  $C^1$  내지  $C^n$ 은 송신기에서의 각각의 확장 부호열을 나타낸다.

[0026] 도 2를 참조하면, 종래의 기술에 따른 전송 다이버시티 수신기는 복수의 안테나(210-1, 210-2, ..., 210-3), 복수의 변조 장치(220, 230, 240), 결합기(250) 및 대역필터(260)로 구성되며, 여기서, 상기 복수의 변조 장치(220, 230, 240) 각

출원번호: 10-2004-0018330

각은 복조기(221), 복수의 제1 곱셈기(222-1, 222-2, ..., 222-n), 복수의 누적기(223-1, 223-2, ..., 223-n), 복수의 제2 곱셈기(224-1, 224-2, ..., 224-n), 복수의 실수화 처리부(225-1, 225-2, ..., 225-n) 및 제3 곱셈기(226)를 포함할 수 있다. 여기서,  $C^1$ ,  $C^2$  및  $C^n$ 는 각각의 확장 부호열에 대응하는 수신기에서의 켈레 복소수를 나타내며,  $a_{1,1}^*$ ,  $a_{2,1}^*$  및  $a_{n,1}^*$ 는 각각의 경로 이득에 대응하는 수신기에서의 켈레 복소수를 나타낸다.

[0027] 도 1을 참조하면, 종래 기술에 따른 기존의 시공간 부호의 경우, 데이터 전송률을 높이기 위해서는 더욱 밀집된 변조 방법을 사용해야 했다.

[0028] 한편, 시공간 블록 부호를 시간축이 아닌 확장 부호축에서 이용하는 방법도 제안되었는데, 각 사용자를 그룹으로 나누어 각 그룹에 사용자 수만큼의 직교 확장 부호를 할당하고, 각 사용자에게 전송될 신호를 그룹 내의 다른 사용자로 전송될 신호와 묶어서 같이 부호화하는 방법이 있다. 이 방법을 이용하면, 각 사용자는 각 그룹 내에서 사용되는 확장 부호를 모두 알아야 하는 단점이 있지만, 각각의 기지국마다 더 많은 확장 부호가 필요하지 않을 뿐만 아니라, 시간 지연 없이 전송 다이버시티를 얻을 수 있다.

[0029] 한편, 전술한 시공간 블록 부호를 시간축이 아닌 확장 부호축에서 이용하여 전송 다이버시티를 얻는 방법을 보다 확장하여 전송행렬을 도입하면, 직교 확장 부호 중 하나인 왈시 부호를 이용하여, 각 사용자를 그룹으로 나누지 않고 전송 다이버시티를 얻도록 보다 일반화할 수 있다.

출원번호: 10-2004-0018330

[0030] 구체적으로, 미합중국 특허등록번호 US6,515,978호(2003년 2월 4일)에는 "Methods and apparatus for downlink diversity in CDMA using Walsh codes"라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 왈시(Walsh) 부호를 이용한 하향링크 CDMA 시스템에서 시공간 블록 부호와 왈시 부호를 이용한 전송 다이버시티 방법에 관한 것이다.

[0031] 즉, 미합중국 특허등록번호 US6,515,978호의 발명은 CDMA 하향링크 다이버시티를 얻기 위해서 시간축 대신 왈시 부호축을 사용하고 있으므로, 기존의 시공간 블록 부호를 응용한 방법이라 볼 수 있으며, 이러한 왈시 부호로 구분되는 채널은 시간 또는 주파수를 달리함으로써 얻어지는 채널과 같다고 볼 수 있다. 이 발명은 왈시 부호 같은 직교 확장 부호를 쓰는 경우에 얻을 수 있는 하향링크 다이버시티의 예를 제시하고 있고, 또한, 하향링크 다이버시티를 얻을 수 있는 일반적인 규칙을 제시함으로써, 기존의 시공간 블록 부호를 적용하는 새로운 방법을 제시하고 있지만, 단지 전송 다이버시티만을 얻을 수 있는 방법이다.

[0032] 한편, STBC(시공간 블록 부호)가 아닌 STTC(시공간 트렐리스 부호)를 이용하여 CDMA 이동통신에서 전송 다이버시티를 얻는 방법으로서, 한 사용자에게 한 개 이상의 확장 부호를 부여하여 상기 STTC의 성능을 높이는 방법이 개시되었는데, 이 방법은 신호 성상이 아닌 2개 이상의 직교 확장 부호를 사용하는 직교 평면 열변조(orthogonal plane sequence modulation: OPSM)를 사용하고 있다.

[0033] 구체적으로, 2003년 3월 20일에 간행된 IEE Electronic letters지의 제39권, 제6호의 541 내지 543 페이지에는 "Space-time trellis-codes for high data rate



[0034] 이 선행논문은 한 사용자당 확장 부호의 개수를  $L$ 개로 늘림으로써 새로운 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 제안하고 있고, 또한 상기 STTC의 성능을 높이는 방법을 제공하기 위한 것으로, 기존의 시공간부호가 직교 평면 열변조(OPSM)에 적용될 수 있음을 보이고, 이를 새롭게 적용하였으나, 기존의 시공간 부호 설계 자체를 변형하지는 않았다.

[0035] 상기 선행논문은 직교 평면 열변조(OPSM)를 수용하여 확장된 신호들을 통한 부호화 이득과 하나의 데이터 전송률을 구현할 수 있는 복조 방법의 다양화를 통한 시스템 적응성 등의 효과가 있지만, 선행논문은 확장부호를 달리 적용하고 서로 직교인 경우를 가정하고 있을 뿐이며, 효율적인 시공간 부호를 설계하는 방법은 아직까지 제시되지 않은 실정이다.

#### **【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

[0036] 전술한 종래 기술의 여러 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 밀집된 신호성상이 아닌 의사 잡음(PN) 부호 집합에서 시공간 부호를 구성함으로써, 임의의 확장 부호가 사용되는 일반적인 경우에도 전송 다이버시티뿐만 아니라 부호화 이득도 함께 얻을 수 있도록 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0037] 또한, 본 발명의 다른 목적은, 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서, 보다 긴 길이를 갖는 PN 열 집합에서 구성된 시공간 부호를 사용하여 다중

출원번호: 10-2004-0018330

사용자 간섭을 줄일 수 있는, 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

### 【발명의 구성】

- [0038]           전술한 여러 목적을 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신 장치는,
- [0039]           임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 PN 열 발생 수단;
- [0040]           상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(space-time trellis code: STTC)를 구성하고, 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 시공간 부호화 수단;
- [0041]           상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하는 제1 및 제2 변조 수단; 및
- [0042]           상기 제1 및 제2 변조 수단의 출력을 무선 상으로 각각 전송하는 제1 및 제2 다중 전송 안테나
- [0043]           를 포함하여 구성되는 특징이 있다.
- [0044]           여기서, 상기 PN 열 발생 수단은 상기 시공간 부호화를 위해  $M/2+1$ 개의 PN 열을 발생하는 것을 특징으로 한다.
- [0045]           여기서, 상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터의 프레임 각각은 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 전송하기 위한  $\log_2 M$  비트로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

출원번호: 10-2004-0018330

[0046] 여기서, 상기 데이터 프레임의  $\log_2 M$  비트 중에서 1 비트는 상기 제1 및 제2 변조 수단에 입력되는 병렬 전환(parallel transition)의 부호(polarity)를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0047] 여기서, 상기 시공간 부호화 수단은 한 번 전송마다 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 전송하며, 상기 시공간 부호화 수단은 상기 PN 열들 중에서 2개의 PN 열을 선택하여  $\log_2 M - 1$  비트를 시공간 부호화하는 것을 특징으로 한다.

[0048] 한편, 본 발명에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신 장치는,

[0049] 다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하는 적어도 하나의 수신 안테나;

[0050] 상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 역확산(despreading)하고, 페이딩 계수들의 켤레 복소수를 곱한 후 이를 실수화 처리하는 복수의 수신 데이터 처리 수단;

[0051] 상기 복수의 수신 데이터 처리 수단으로부터 출력되는 신호를 각각 결합하는 복수의 합산기; 및

[0052] 상기 복수의 합산기로부터 각각 출력되는 신호를 복호화하는 시공간 복호화 수단

[0053] 을 포함하여 구성되는 특징이 있다.

[0054] 여기서, 상기 복호된 데이터를 기저 대역으로 낮추도록 필터링하는 기저대역

출원번호: 10-2004-0018330

필터를 추가로 포함할 수 있다.

[0055] 여기서, 상기 복수의 수신 안테나 각각으로부터 시각( $t$ )에서  $j$ 번째 안테나를 통해 출력되는 신호  $r^j(t, \tau)$ 는 각각의 수신 안테나에 해당하는 페이딩 이득이 곱해진 확산 신호(spread signal)들의 합에 잡음이 더해진 값으로서,

[0056] 
$$r^j(t, \tau) = \sum_{i=1}^N a_{i,j} c^i(t, \tau) + \eta^j(t, \tau)$$

[0057] 로 주어지며, 여기서,  $\tau \in 0, 1, \dots, N-1$ 는 칩 시각(chip time index),  $N$ 은 PN 열의 길이,  $c^i(t, \tau)$ 은 변조 후에  $i$ 번째 안테나로 전송되는  $i$ 번째 변조기의 입력, 계수  $a_{i,j}$ 는  $i$ 번째 전송 안테나로부터  $j$ 번째 수신 안테나로의 경로 이득(path gain)을 나타내고,  $\eta^j(t, \tau)$ 는 시각( $t$ )과 칩 시각( $\tau$ )에서의 잡음인 것을 특징으로 한다.

[0058] 여기서, 상기 시각( $t$ ) 및 칩 시각( $\tau$ )에서의 잡음  $\eta^j(t, \tau)$ 는 평균이 0이고  $E[\eta^j(t, \tau)]^2 = N_0$ 인 복소 가우시안(Gaussian) 랜덤 변수로 모델화되는 것이 바람직하다.

[0059] 여기서, 상기 계수  $a_{i,j}$ 는 상기 각각의 수신 안테나로부터 송신된 신호가 독립적인 페이딩을 겪는 것을 나타내며, 평균이 0이고  $E[a_{i,j}]^2 = 1$ 인 독립 복소 가우시안 랜덤 변수로 모델화되는 것이 바람직하다.

[0060] 여기서, 상기 복수의 수신 데이터 처리 수단 각각은, 상기 수신된 데이터를 복조하는 복조기; 상기 복조기의 출력에 각각의 PN 열의 확산 부호를 곱하는 복수의 제1 곱셈기; 상기 복수의 제1 곱셈기로부터 출력되는 데이터를 PN 열의 길이만

출원번호: 10-2004-0018330

큰 각각 누적하는 복수의 누적기; 경로 이득에 따른 페이딩 계수들의 켤레 복소수 각각을 상기 복수의 누적기로부터 출력되는 각각의 신호에 곱하는 복수의 제2 곱셈기; 및 상기 복수의 제2 곱셈기로부터 출력되는 신호를 각각 실수화 처리하는 복수의 실수화 처리부를 포함할 수 있다.

[0061] 여기서, 상기 시공간 복호화 수단은 지로 측량(branch metric)값을 사용하여 복호하는 시공간 비터비(Viterbi) 복호화기인 것이 바람직하다.

[0062] 여기서, 상기 지로 측량은,  $\sum_{i=1}^M \sum_{t=0}^{N-1} |r^i(t, \tau) - \sum_{j=1}^M a_{ij} c^j(t, \tau)|^2$  로 주어지며, 상기 시공간 비터비 복호화기는 가장 작은 축적 측량(accumulated metric)을 가진 경로를 찾는 것이 바람직하다.

[0063] 여기서, 상기 시공간 비터비 복호화기는 상기 지로 측량을 간략화하기 위해, 상기 PN 열 간의 상관(correlation)이 작을 경우,  $\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \text{Re}\{a_{ij} \sum_{t=0}^{N-1} r^i(t, \tau) c^{j*}(t, \tau)\}$  로 주어지는 값 중에서 가장 큰 값을 구하는 것을 특징으로 한다.

[0064] 한편, 본 발명에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신 방법은,

[0065] a) 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계;

[0066] b) 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 단계;

[0067] c) 상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 구성하는 단계;

출원번호: 10-2004-0018330

- [0068] d) 상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 단계; 및
- [0069] e) 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하여 무선 상으로 각각 전송하는 단계
- [0070] 를 포함하여 이루어지는 특징이 있다.
- [0071] 여기서, 상기 b) 단계는 상기 시공간 부호화를 위해  $M/2+1$ 개의 PN 열을 발생 하는 것을 특징으로 한다.
- [0072] 여기서, 상기 c) 단계는 상기 데이터 소스로부터  $\log_2 M - 1$  비트를 수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0073] 여기서, 상기 d) 단계는 상기 PN 열들 중에서 2개의 PN 열을 선택하여  $\log_2 M - 1$  비트를 시공간 부호화하는 것을 특징으로 한다.
- [0074] 여기서, 상기 e) 단계는  $\log_2 M$  비트 중에서 1 비트를 사용하여 병렬 전환의 부호를 결정하고, 이에 따라 각각 변조하는 것을 특징으로 한다.
- [0075] 한편, 본 발명에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신 방법은,
- [0076] a) 다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하는 단계;
- [0077] b) 상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 각각 역확산하는 단계;

출원번호: 10-2004-0018330

[0078] c) 상기 각각 역확산된 복수의 PN 열들 각각에 페이딩 계수들의 컬레 복소수를 곱한 후, 이를 각각 실수화 처리하는 단계;

[0079] d) 상기 각각 실수화 처리된 신호를 각각 결합하는 단계; 및

[0080] e) 상기 각각 결합된 신호를 복호화하는 단계

[0081] 를 포함하여 이루어지는 특징이 있다.

[0082] 여기서, 상기 e) 단계는 지로 측량(branch metric) 값을 사용하여 복호하는 것이 바람직하다.

[0083] 따라서 본 발명에 따르면, 기존의 밀집된 신호 성상이 아닌 PN 열 집합에서 시공간 부호를 구성함으로써, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 같이 얻을 수 있고, 또한, 시공간 부호를 광대역 CDMA 이동통신의 특성에 맞게 변환시킴으로써 전송 다이버시티뿐만 아니라 높은 부호화 이득도 얻을 수 있으며, 또한, 기존의 협대역에서의 시공간 부호를 변형하고, 이러한 부호를 간단히 수신할 수 있는 수신기 구조를 구현할 수 있다.

[0084] 다시 말하면, 기존의 시공간 부호의 경우 데이터 전송률을 높이기 위해서는 밀집된 변조 방법을 써야 했지만, 본 발명에서는 STTC 방법을 CDMA 이동통신에 적용함으로써, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 모두 얻을 수 있다. 즉, CDMA 통신의 경우에, 추가로 사용할 수 있는 자원인 PN 열이 존재하므로, 기존의 밀집된 변조 방법 대신에 PN 열을 이용한 변조 방법을 사용할 수 있으며, 또한, PN 열 길이를 늘림으로써 다중 사용자 간섭을 줄일 수 있고, 이에 따른 적절한 시공간 부호를

설계함으로써 부호화 이득도 함께 얻을 수 있다.

[0085] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치, 및 그 방법을 상세히 설명하기로 한다.

[0086] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 직접수열 부호분할 다중접속(direct sequence code division multiple access: DS/CDMA) 시스템의 전송 다이버시티 송수신 장치는, 시공간 부호가 기존의 2차원 신호 공간이 아닌 가능한 의사 잡음(pseudo noise: PN) 열 집합에서 구성되며, 또한, 다른 PN 열과 다른 상태(state)들을 갖는 여러 설계 예와 이에 따른 구현 가능한 방법을 포함한다.

[0087] 종래 기술과 비교하면, 후술하는 바와 같이 수정된 시공간 부호화를 이용하여 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에서 전송 다이버시티 이득을 얻고자 하는 것으로, 상기 시공간 부호를 가능하면 PN 열 집합 상에서 설계하여 PN 열의 개수를 늘리고, 이에 따른 새로운 시공간 부호를 만들어 시스템의 성능을 향상시키게 된다.

[0088] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송수신 구조와 동작을 살펴보기로 한다.

[0089] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신기의 구성도로서, 2개의 전송 안테나를 갖는 송신기를 나타내고 있다.



출원번호: 10-2004-0018330

[0090]

도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신 장치는, 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 PN 열 발생기(330); 상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 구성하고, 데이터 소스(310)로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 시공간 부호화기(320); 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하는 제1 및 제2 변조기(340-1, 340-2); 및 상기 제1 및 제2 변조기(340-1, 340-2)의 출력을 무선 상으로 각각 전송하는 제1 및 제2 다중 전송 안테나(350-1, 350-2)를 포함한다.

[0091]

또한, 본 발명에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 송신 방법은, 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 수신하고, 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하며, 상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 구성하게 된다. 이후, 상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하고, 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하여 무선 상으로 각각 전송하게 된다.

[0092]

도 3에서, 본 발명의 실시예에 따른 송신기의 시공간 부호화기(320)는 한 번 전송에 한 비트가 아닌  $M$ -ary 데이터 심볼을 보내도록 설계되었다. 이때, 상기  $\log_2 M$  비트 중에서 1 비트는 병렬 전환(parallel transition)의 부호(polarity)를

출원번호: 10-2004-0018330

결정하는데 쓰인다. 상기  $\log_2 M - 1$  비트는  $M/2+1$  PN 열들 중에 2개의 열을 고르는 데 쓰이고, 상기 2개의 PN 열은 각각 2개의 전송 안테나로 보내지게 된다.

[0093] 기존의 시스템에서  $\log_2 M$  비트를 전송하기를 원한다고 가정해 보자. 예를 들어, 종래 기술에 따른 전송 다이버시티 시스템의 PN 열의 길이가  $N_c$  칩(chip)이라면 종래 기술에 따른 시스템은  $\log_2 M$  번의 전송을 해야 한다. 만약, 종래 기술에 따른 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 시스템 칩의 주기가 똑같고, 본 발명의 실시예에 따른 시스템이  $M$ -ary 전송을 할 경우,  $\log_2 M$  비트를 한 개의 길이가  $N = N_c \times \log_2 M$  ) 칩인 PN 열을 이용하여 한 번의 전송으로 보낼 수 있다. 결국, 본 발명의 실시예에 따른 시스템은 종래 기술에 따른 시스템과 같은 대역폭(bandwidth)과 데이터 전송률(data rate)을 갖고도 더 긴 PN 열을 사용할 수 있게 된다.

[0094] 한편, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중 접속 시스템의 전송 다이버시티 수신기의 구성도이다.

[0095] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신 장치는, 다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하는 적어도 하나의 수신 안테나(410-1, 410-2, ..., 410-M); 상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 역확산(despreading)하고, 페이딩 계수들의 곱셈 복소수를 곱한 후 이를 실수화 처리하는 복수의 수신 데이터 처리기(420, 430, 440); 상기 복수의 수신 데이터 처리기(420, 430,

출원번호: 10-2004-0018330

440)로부터 출력되는 신호를 각각 결합하는 복수의 합산기(450-1, 450-2, ..., 450-M); 상기 복수의 합산기(450-1, 450-2, ..., 450-M)로부터 각각 출력되는 신호를 복호화하는 시공간 복호화기(460); 및 상기 복호된 데이터를 기저 대역으로 낮추도록 필터링하는 기저대역 필터(470)를 포함한다. 상기 수신 장치는, 예를 들어, 2개의 수신 안테나를 이용한 전송 다이버시티 시스템에서의 수신기인 것이 바람직하다.

[0096]

여기서, 상기 복수의 수신 데이터 처리기(420, 430, 440) 각각은, 상기 수신된 데이터를 복조하는 복조기(421); 상기 복조기(421)의 출력에 각각의 PN 열의 확산 부호를 곱하는 복수의 제1 곱셈기(422-1, 422-2, 422-3); 상기 복수의 제1 곱셈기(422-1, 422-2, 422-3)로부터 출력되는 데이터를 PN 열의 길이만큼 각각 누적하는 복수의 누적기(423-1, 423-2, 423-3); 경로 이득에 따른 페이딩 계수들의 켤레 복소수 각각을 상기 복수의 누적기(423-1, 423-2, 423-3)로부터 출력되는 각각의 신호에 곱하는 복수의 제2 곱셈기(424-1, 424-2, 424-3, 424-4); 및 상기 복수의 제2 곱셈기(424-1, 424-2, 424-3, 424-4)로부터 출력되는 신호를 각각 실수화 처리하는 복수의 실수화 처리기(425-1, 425-2, 425-3, 425-4)를 포함할 수 있다.

[0097]

또한, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신 방법은, 다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하고, 상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 각각 역확산하며, 상기 각각 역확산된 복수의 PN 열들 각각에 페이딩 계수들의 켤레 복소수를 곱한 후, 이를 각각 실수화 처리하게 된다. 이후, 상기 각각 실수화 처리된 신호를 각각 결합하고, 상기 각각 결합된 신호를 복호화하게 된다.

출원번호: 10-2004-0018330

[0098] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호를 이용한 부호분할 다중접속 시스템의 전송 다이버시티 수신기에서, j번째 안테나의 출력은 j번째 복조기로 들어가게 된다. 이 신호는 복조기(421)를 거치면서 기저대역으로 하향 변환(down-convert)된다.

[0099] 또한, 시각(t)에서 j번째 안테나의 출력  $r^j(t, \tau)$ 은 다음 수학식 1과 같다.

[0100] 【수학식 1】

$$r^j(t, \tau) = \sum_{i=1}^N \alpha_{i,j} s^i(t, \tau) + n^j(t, \tau)$$

[0101] 여기서,  $\tau=0,1,\dots,N-1$ 는 칩 시각(chip time index)이고, N은 PN 열의 길이이고  $s^i(t, \tau)$ 은 변조 후에 i번째 안테나로 전송될, i번째 변조기의 입력이다. 시각(t), 칩 시각( $\tau$ )에서의 잡음  $n^j(t, \tau)$ 는 평균 0이고,  $E|n^j(t, \tau)|^2 = N_0$ 인 복소 가우시안(Gaussian) 랜덤 변수로 모델화할 수 있다.

[0102] 또한, 상기 계수  $\alpha_{i,j}$ 는 i번째 전송 안테나로부터 j번째 수신 안테나로의 경로 이득(path gain)이다. 상기 계수  $\alpha_{i,j}$ 는 평균이 0이고  $E|\alpha_{i,j}|^2 = 1$ 인 독립 복소 가우시안 랜덤 변수로 모델화한다. 이것은 각 다른 안테나로부터 송신된 신호가 독립적인 페이딩을 겪는다는 가정과 같다. 상기  $r^j(t, \tau)$ 는 각각의 안테나에 해당하는 페이딩 이득이 곱해진 확산된 신호(spread signal)들의 합에 잡음이 더해진 값이 된다.

[0103] 한편, 본 발명의 실시예에 따라, 전송된 신호의 복호를 위한 지로 측량

출원번호: 10-2004-0018330

(branch metric)은 다음과 같은 수학적 식 2로 주어질 수 있다.

[0104] 【수학적 식 2】

$$\sum_{j=1}^M \sum_{i=0}^{N-1} \left| r^j(t, \tau) - \sum_{i=0}^{N-1} a_{i,j} c^i(t, \tau) \right|^2$$

[0105] 이때, 상기 시공간 비터비(Viterbi) 복호화기는 가장 작은 축적된 측량(accumulated metric)을 가진 경로를 찾게 된다. 상기 수학적 식 2를 최소화하는 것은 다음과 같은 수학적 식 3을 최대화하는 것과 같다.

[0106] 【수학적 식 3】

$$\sum_{j=1}^M Re \left\{ \sum_{i,j} a_{i,j}^* \sum_{i=0}^{N-1} r^j(t, \tau) c^{i*}(t, \tau) - \sum_{i,p,q} a_{p,j} a_{q,j}^* \sum_{i=0}^{N-1} c^p(t, \tau) c^{q*}(t, \tau) \right\}$$

[0107] 일반적으로, 상기 PN 열 간의 상관(correlation)이 무시할 만큼 작기 때문에 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호에서는 각 안테나에 항상 다른 PN 열을 할당하므로 상기 수학적 식 3은 다음의 수학적 식 4처럼 간략화시킬 수 있다.

[0108] 【수학적 식 4】

$$\sum_{j=1}^M \sum_{i,j} Re \left\{ a_{i,j}^* \sum_{i=0}^{N-1} r^j(t, \tau) c^{i*}(t, \tau) \right\}$$

[0109] 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 간략화된 시공간 비터비(Viterbi) 복호화기(460)는 위와 같은 간략화된 지로 측량(branch metric)값을 이용하게 된다. 따라서 수신 신호는 각 송신 안테나에 따라 가능한 PN 열들로 역확산(despread)된 후 페이딩 계수들의 켤레 복소수들의 곱해지고, 이들의 실수부를 각각의 송수신 안테나에 대해서 합한 값이 복호를 위해서 사용된다.

출원번호: 10-2004-0018330

[0110] 한편, 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 9개의 PN 열을 사용하는 시공간 부호의 예를 나타내는 도면이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 4개의 PN 열을 사용하는 시공간 부호의 예를 나타내는 도면이다.

[0111] 도 5 및 도 6을 참조하면, 전송 안테나가 2개일 때의 시공간 부호의 예로서,  $C$ 는 각 PN 부호열을 나타내며 아래 첨자는 PN 열을 나타내는 색인(index)이다. 만일,  $M$ -ary 전송을 하는 경우, 각각의  $C$ 는  $\{c_1, c_2, \dots, c_{M/2+1}\}$  집합의 원소 중의 하나가 된다. 또한, 왼쪽의  $C$ 는 첫 번째 전송 안테나로 전송될 PN 열, 오른쪽의  $C$ 는 두 번째 전송 안테나로 전송될 PN 열이고, 이때 각 첨자는 각 열의 색인이다. 또한, 각각의 전환(transition)에 대응되는 위, 아래의 두 PN 열 쌍은 각 양, 음의 부호를 가지고 병렬 전환(parallel transition)을 하는 것을 나타낸다.

[0112] 한편, 도 7a 및 도 7b, 도 8a 및 도 8b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 적용한 시공간 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 성능을 확인할 수 있는 모의실험 결과이다.

[0113] 이러한 모의실험은 느리고 주파수 비선택적인(frequency nonselective) 레일리 페이딩(Rayleigh fading) 환경에서 수행되었다. 다시 말하면, 채널 이득이 한 프레임 동안 변하지 않고, 프레임과 프레임 사이에만 변한다고 가정하였다. 이러한 모의실험 결과에 따라 그래프에 나와 있는 모든 방법들은 동일한 대역폭(bandwidth)과 정보 전송량(information bit rate)을 갖는다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 변조 방식은 직교변조(quadrature phase shift keying: QPSK) 방법과

출원번호: 10-2004-0018330

하향링크 통신이라고 가정하면, 모든 사용자들의 페이딩 이득이 모두 같다. 또한, 각 PN 열은 항상 임의적으로 발생시켰다.

[0114] 구체적으로, 도 7a 및 도 7b는 각각 도 5와 같은 시공간 부호를 사용할 경우, 종래의 기술 및 본 발명의 실시예에 따른 성능 모의실험에 따른 프레임 오류 확률(frame error probability)과 비트 오류확률(bit error probability) 결과를 각각 나타내는 도면이다.

[0115] 도 7a 및 도 7b는 수신 안테나가 각각 1개와 2개일 때, 전술한 도 1의 종래 기술에 따른 전송 다이버시티 직접수열 부호분할 다중접속(DS/CDMA) 시스템(reference system)과 본 발명의 실시예에 따른 시공간 직접수열 부호분할 다중접속 시스템(proposed system) 간의 성능 모의실험 결과이다. K=30명의 사용자가 있는 프레임 길이(frame length)가 120 정보 비트(information bit)인 경우를 모의실험한 것이다. 이 실험에서 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 입력은 16-ary( $\log_2 16 = 4$  bits/sequence)이며, 전술한 도 5의 시공간 부호를 사용하였다.

[0116] 이때, 종래 기술에 따른 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 PN 열의 길이는 각각 128과 512가 각각 되며, 즉, 본 발명의 실시예에 따른 시스템은 종래의 시스템의 4배만큼 PN 열의 길이가 늘어난 경우이다. 여기서, 두 시스템은 모두 같은 대역폭을 사용한다.

[0117] 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 시스템이 더 좋은 성능을 보이고 있고, 수신 안테나가 2개일 경우, 시스템의 성능 향상이 더욱

출원번호: 10-2004-0018330  
두드러짐을 알 수 있다.

[0118]           도 8a 및 도 8b는 각각 도 6과 같이 시공간 부호에서의 상태(state) 수를 달리할 경우, 종래의 기술 및 본 발명의 실시예에 따른 성능 모의실험에 따른 프레임 오류확률과 비트 오류확률 결과를 각각 나타내는 도면으로서, 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호가 서로 다른 상태 수를 가질 때 성능을 모의 실험한 결과이다. K=5명의 사용자가 있는 프레임 길이가 88 정보 비트인 경우를 모의실험 한 것이다. 이 모의실험에서 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 입력은 6-ary이며, 도 6과 같은 시공간 부호가 사용되었다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 PN 열 길이는 64가 된다.

[0119]           도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 시공간 부호의 상태가 16일 때의 이득이 수신 안테나가 2개이면 더욱 좋아짐을 알 수가 있다.

[0120]           전술한 바와 같이, 모의실험 결과를 통해서 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 성능이 우수함을 알 수가 있고, 또한 수신 안테나가 2개일 경우 시스템의 성능 향상이 더욱 뚜렷해짐을 확인할 수 있다.

[0121]           이상의 설명에서 본 발명은 특정의 실시예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 개조 및 변화가 가능하다는 것을 당업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.



【발명의 효과】

[0122]           본 발명에 따르면, 다중 전송 안테나를 가진 직접수열 부호분할 다중접속 시스템에서, 시공간 부호화를 적용하는 방법을 적용함으로써, 전송 다이버시티 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 부가적인 부호화 이득(coding gain)을 얻고, 또한 PN 열 길이를 늘림으로써 다중 사용자 간섭을 줄일 수 있다.

[0123]           또한, 본 발명에 따르면, CDMA 시스템의 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 이용한 방법을 CDMA 시스템 특성에 맞도록 PN 열상에서 용이하게 구현할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서,

임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 PN 열 발생 수단;

상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(space-time trellis code: STTC)를 구성하고, 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 시공간 부호화 수단;

상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하는 제1 및 제2 변조 수단; 및

상기 제1 및 제2 변조 수단의 출력을 무선 상으로 각각 전송하는 제1 및 제2 다중 전송 안테나

를 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 PN 열 발생 수단은 상기 시공간 부호화를 위해  $M/2+1$ 개의 PN 열을 발생하는 것을 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

출원번호: 10-2004-0018330

상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터의 프레임 각각은 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 전송하기 위한  $\log_2 M$  비트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【청구항 4】**

제3항에 있어서,

상기 데이터 프레임의  $\log_2 M$  비트 중에서 1 비트는 상기 제1 및 제2 변조 수단에 입력되는 병렬 전환(parallel transition)의 부호(polarity)를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기 시공간 부호화 수단은 한 번 전송마다 상기  $M$ -ary 데이터 심볼을 전송하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【청구항 6】**

제1항에 있어서,

상기 시공간 부호화 수단은 상기 PN 열들 중에서 2개의 PN 열을 선택하여  $\log_2 M - 1$  비트를 시공간 부호화하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 장치.

**【청구항 7】**

직접수열 부호분할 다중접속 시스템에 있어서,  
다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하는 적어도 하나의 수신 안테나;

상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터를 복수의 PN 열들로 역확산(despreading)하고, 페이딩 계수들의 컬레 복소수를 곱한 후 이를 실수화 처리하는 복수의 수신 데이터 처리 수단;

상기 복수의 수신 데이터 처리 수단으로부터 출력되는 신호를 각각 결합하는 복수의 합산기; 및

상기 복수의 합산기로부터 각각 출력되는 신호를 복호화하는 시공간 복호화 수단

을 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서,

상기 복호된 데이터를 기저 대역으로 낮추도록 필터링하는 기저대역 필터를 추가로 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

**【청구항 9】**

제7항에 있어서,

상기 복수의 수신 안테나 각각으로부터 시각(t)에서 j번째 안테나를 통해 출

출원번호: 10-2004-0018330

력되는 신호  $r^j(t, \tau)$ 는 각각의 수신 안테나에 해당하는 페이딩 이득이 곱해진 확산 신호(spread signal)들의 합에 잡음이 더해진 값으로서,

$$r^j(t, \tau) = \sum_{i=1}^M a_{i,j} c^i(t, \tau) + \eta^j(t, \tau)$$

로 주어지며, 여기서,  $\tau \in 0, 1, \dots, N-1$ 는 칩 시간(chip time index),  $N$ 은 PN 열의 길이,  $c^i(t, \tau)$ 은 변조 후에  $i$ 번째 안테나로 전송되는  $i$ 번째 변조기의 입력, 계수  $a_{i,j}$ 는  $i$ 번째 전송 안테나로부터  $j$ 번째 수신 안테나로의 경로 이득(path gain)을 나타내고,  $\eta^j(t, \tau)$ 는 시간( $t$ )과 칩 시간( $\tau$ )에서의 잡음인 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

#### 【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 시간( $t$ ) 및 칩 시간( $\tau$ )에서의 잡음  $\eta^j(t, \tau)$ 는 평균이 0이고  $E|\eta^j(t, \tau)|^2 = N_0$ 인 복소 가우시안(Gaussian) 랜덤 변수로 모델화되는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

#### 【청구항 11】

제9항에 있어서,

상기 계수  $a_{i,j}$ 는 상기 각각의 수신 안테나로부터 송신된 신호가 독립적인 페이딩을 겪는 것을 나타내며, 평균이 0이고  $E|a_{i,j}|^2 = 1$ 인 독립 복소 가우시안 랜덤 변수로 모델화되는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신

**【청구항 12】**

제7항에 있어서, 상기 복수의 수신 데이터 처리 수단은 각각은,  
상기 수신된 데이터를 복조하는 복조기;  
상기 복조기의 출력에 각각의 PN 열의 확산 부호를 곱하는 복수의 제1 곱셈기;  
상기 복수의 제1 곱셈기로부터 출력되는 데이터를 PN 열의 길이만큼 각각 누적하는 복수의 누적기;  
경로 이득에 따른 페이딩 계수들의 쉼레 복소수 각각을 상기 복수의 누적기로부터 출력되는 각각의 신호에 곱하는 복수의 제2 곱셈기; 및  
상기 복수의 제2 곱셈기로부터 출력되는 신호를 각각 실수화 처리하는 복수의 실수화 처리부를 포함하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

**【청구항 13】**

제7항에 있어서,  
상기 시공간 복호화 수단은 지로 측량(branch metric)값을 사용하여 복호하는 시공간 비터비(Viterbi) 복호화기인 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 지로 측량은,  $\sum_{i=1}^N \sum_{t=0}^{N-1} |r^i(t, \tau) - \sum_{j=1}^N a_{ij} c^j(t, \tau)|^2$  로 주어지며, 상기 시공간 비터비 복호화기는 가장 작은 축적 측량(accumulated metric)을 가진 경로를 찾는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 시공간 비터비 복호화기는 상기 지로 측량을 간략화하기 위해, 상기 PN 열 간의 상관(correlation)이 작을 경우,  $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Re\{a_{ij} \sum_{t=0}^{N-1} r^i(t, \tau) c^{*j}(t, \tau)\}$  로 주어지는 값 중에서 가장 큰 값을 구하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 장치.

【청구항 16】

직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법에 있어서,

- a) 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계;
- b) 임의의 다중 의사 잡음(PN) 열을 발생하는 단계;
- c) 상기 다중 PN 열상에서 2개의 PN 열을 선택하여 시공간 트렐리스 부호(STTC)를 구성하는 단계;
- d) 상기 데이터 소스로부터 전송되는 데이터를 상기 시공간 트렐리스 부호에

출원번호: 10-2004-0018330

따라 시공간 부호화하여  $M$ -ary 데이터 심볼을 출력하는 단계; 및

e) 상기 시공간 트렐리스 부호에 따라 상기 시공간 부호화된 데이터를 각각 변조하여 무선 상으로 각각 전송하는 단계

를 포함하여 이루어지는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.

**【청구항 17】**

제16항에 있어서,

상기 b) 단계는 상기 시공간 부호화를 위해  $M/2+1$ 개의 PN 열을 발생하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.

**【청구항 18】**

제16항에 있어서,

상기 c) 단계는 상기 데이터 소스로부터  $\log_2 M - 1$  비트를 수신하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.

**【청구항 19】**

제16항에 있어서,

상기 d) 단계는 상기 PN 열들 중에서 2개의 PN 열을 선택하여  $\log_2 M - 1$  비트를 시공간 부호화하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.



【청구항 20】

제16항에 있어서,

상기 e) 단계는  $\log_2 M$  비트 중에서 1 비트를 사용하여 병렬 전환의 부호를 결정하고, 이에 따라 각각 변조하는 것을 특징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 송신 방법.

【청구항 21】

직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 방법에 있어서,

- a) 다중 경로를 통해 시공간 부호화된 신호를 수신하는 단계;
  - b) 상기 수신 안테나 각각으로부터 수신된 데이터의 복수의 PN 열들로 각각 역확산하는 단계;
  - c) 상기 각각 역확산된 복수의 PN 열들 각각에 페이딩 계수들의 곱셈 복소수를 곱한 후, 이를 각각 실수화 처리하는 단계;
  - d) 상기 각각 실수화 처리된 신호를 각각 결합하는 단계; 및
  - e) 상기 각각 결합된 신호를 복호화하는 단계
- 를 포함하여 이루어지는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 방법.

【청구항 22】

제21항에 있어서,

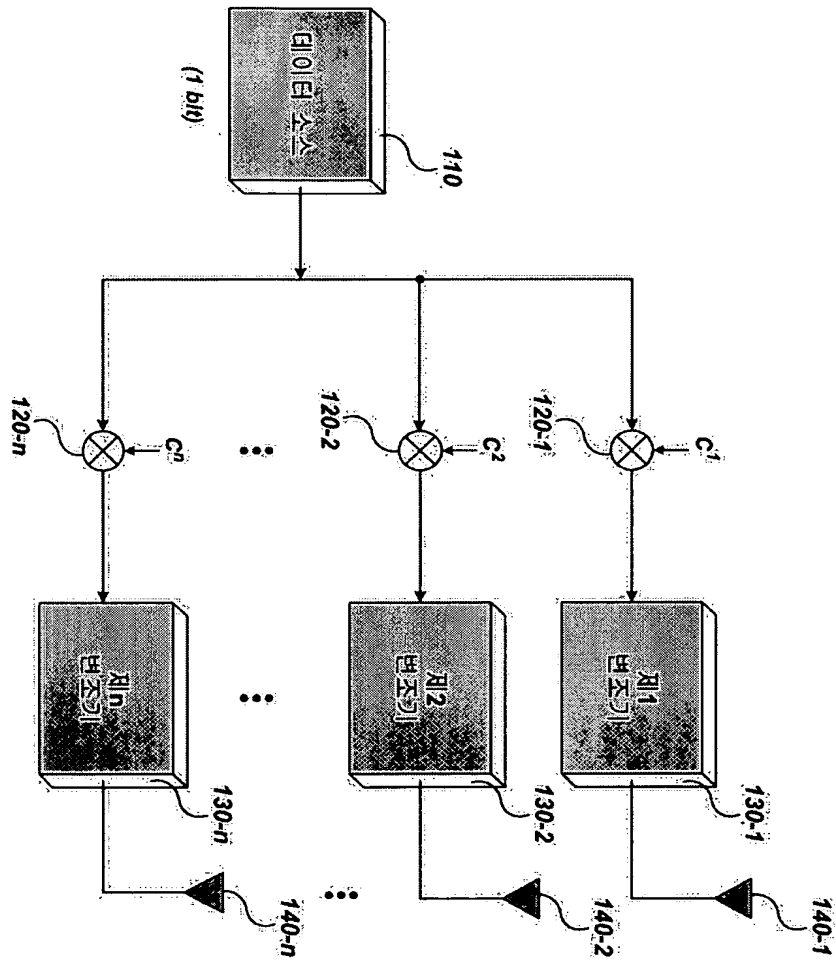
상기 e) 단계는 지로 측량(branch metric) 값을 사용하여 복호화하는 것을 특

출원번호: 10-2004-0018330

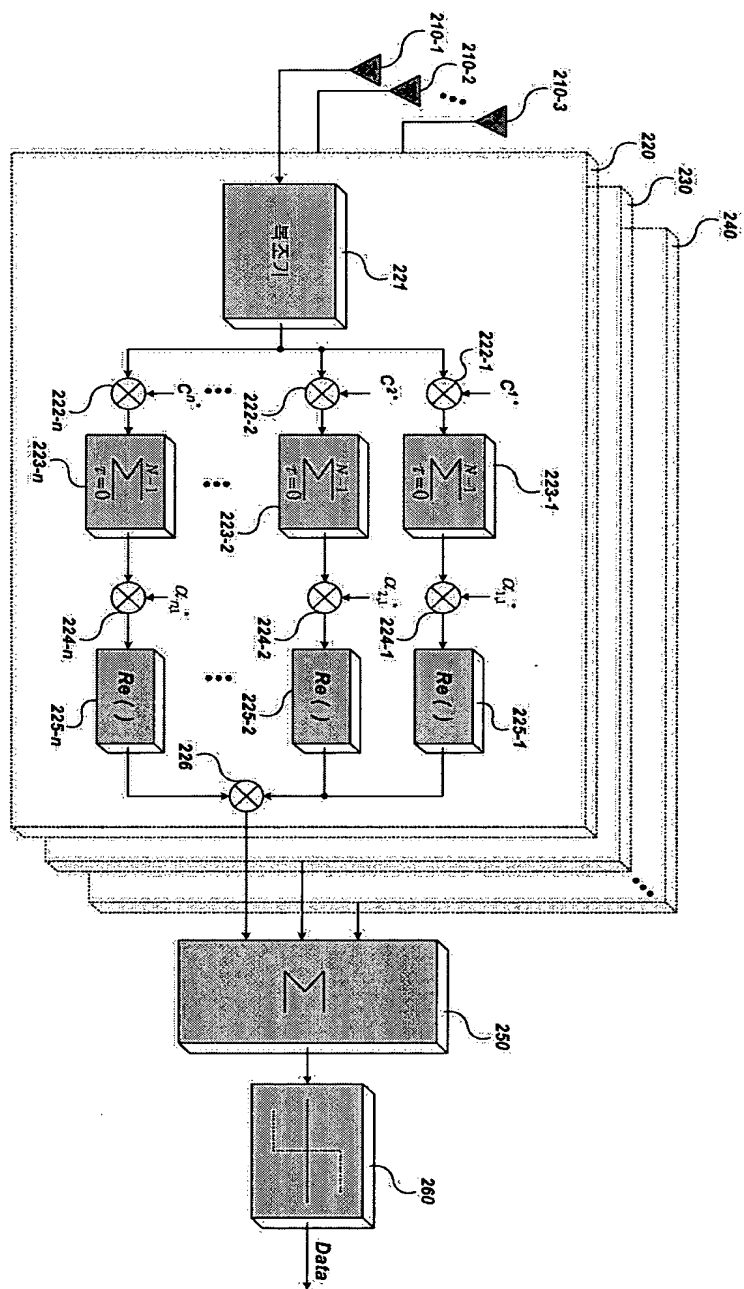
징으로 하는 직접수열 부호분할 다중접속 시스템의 수신 방법.

【도면】

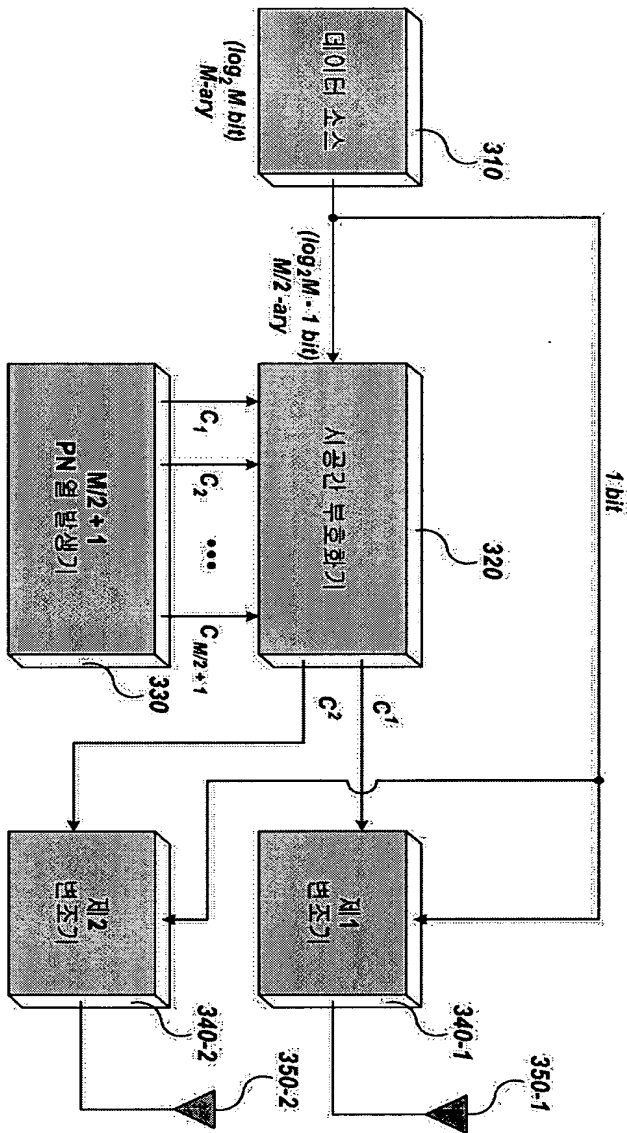
【도 1】



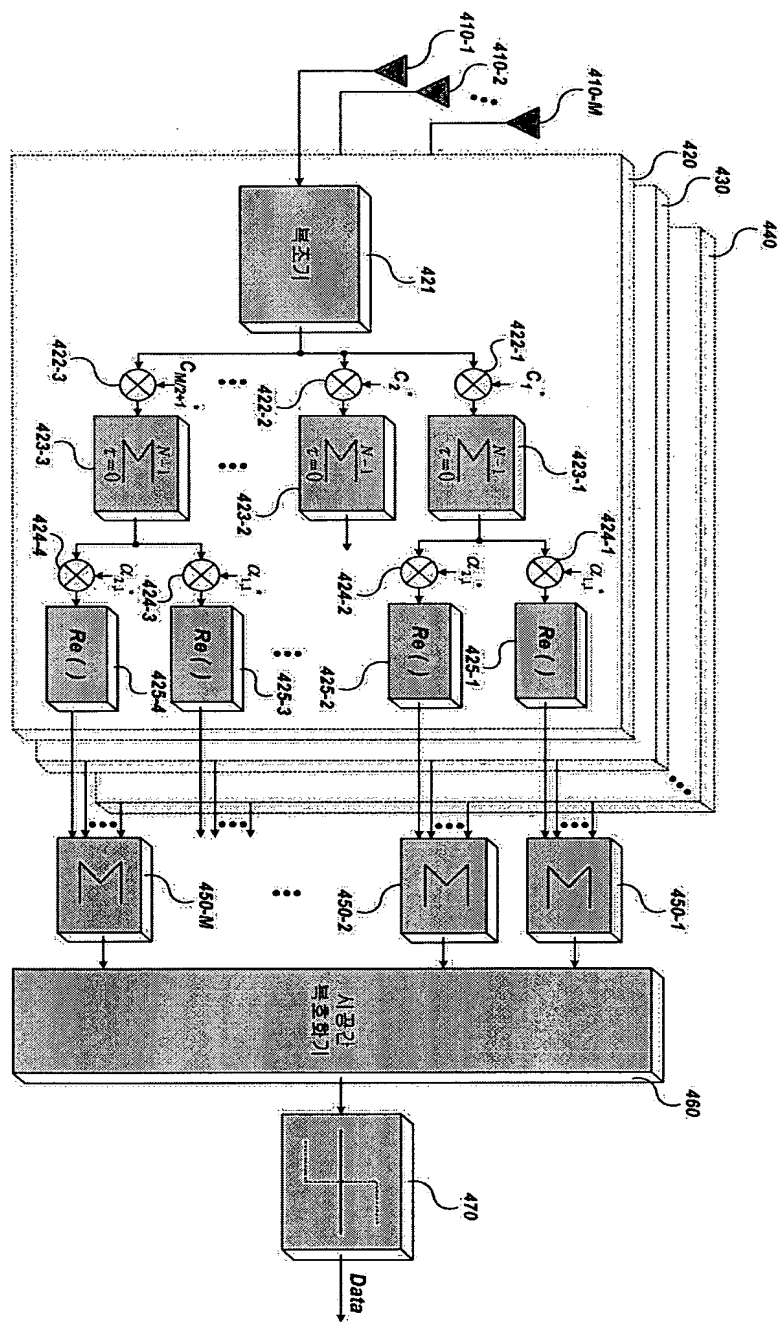
【도 2】



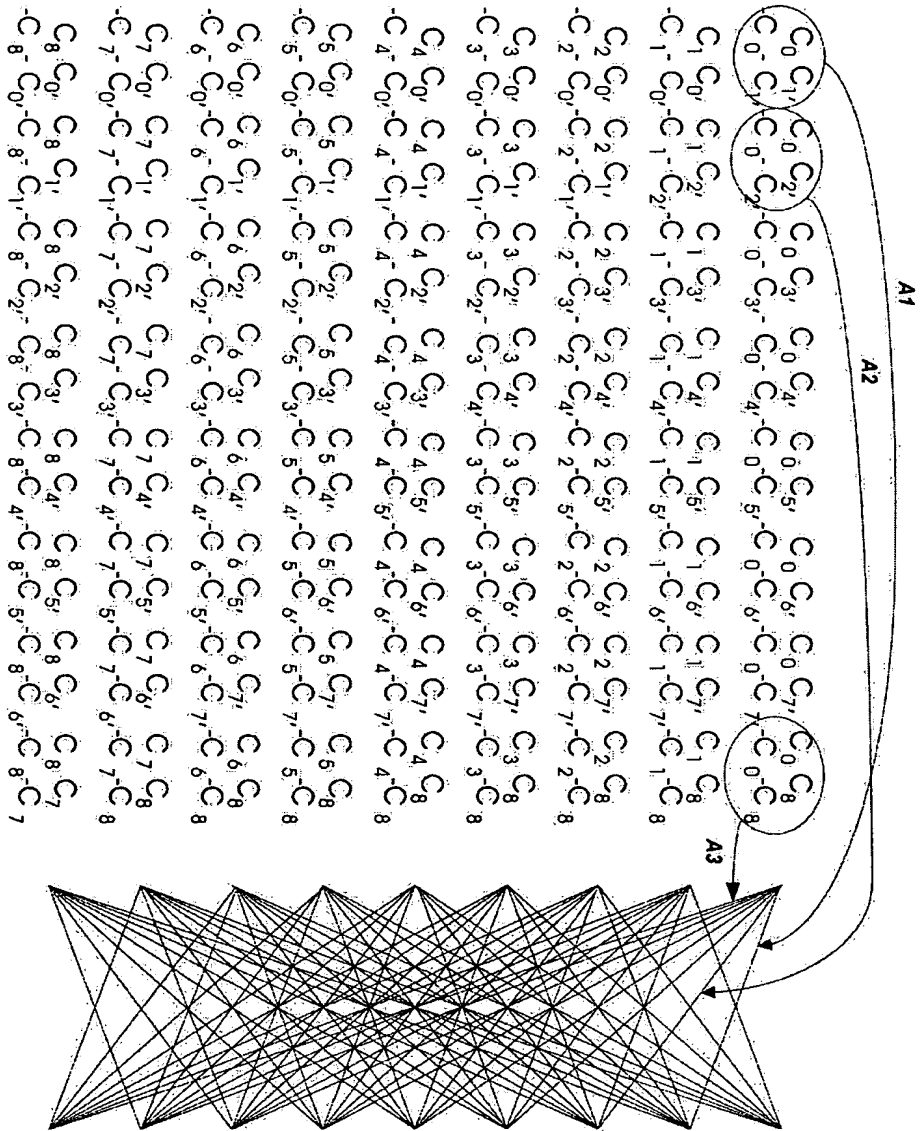
【도 3】



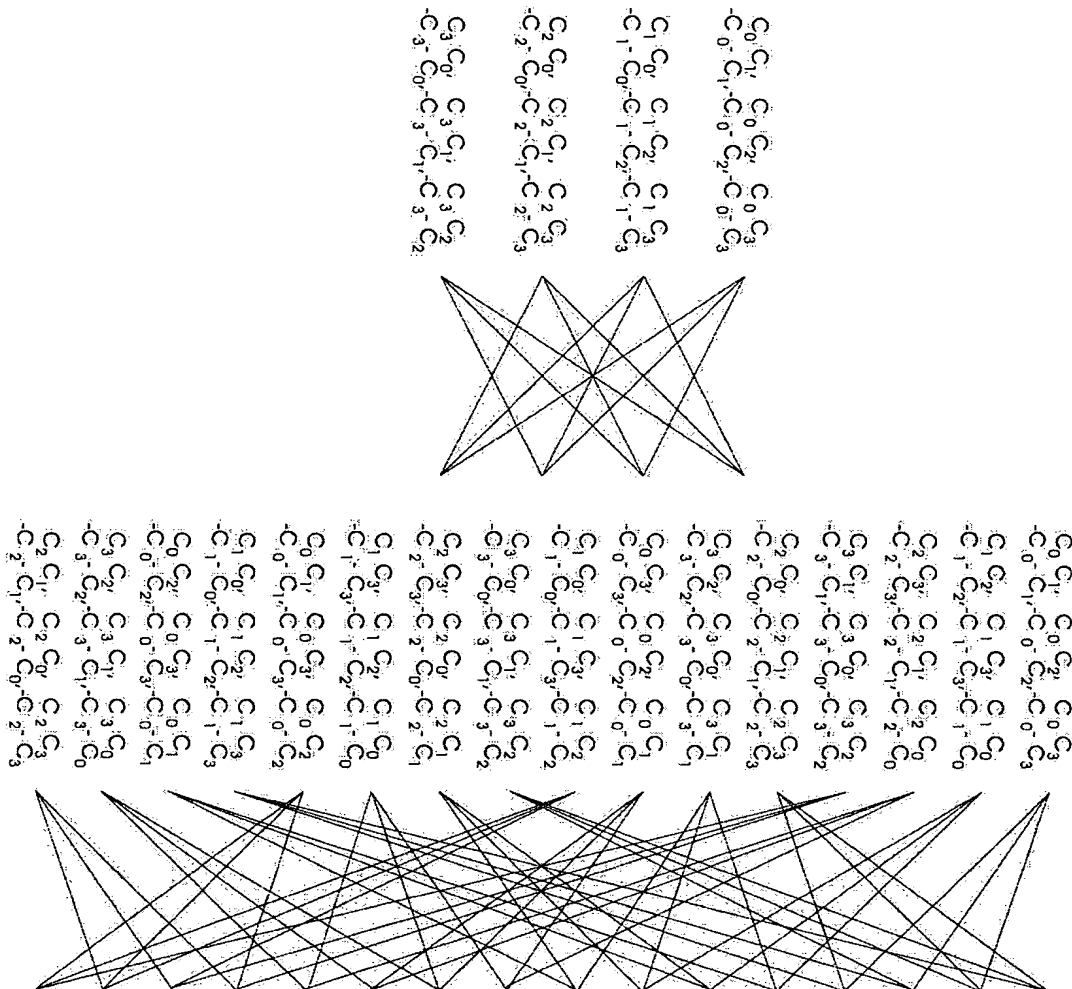
【도 4】



【도 5】



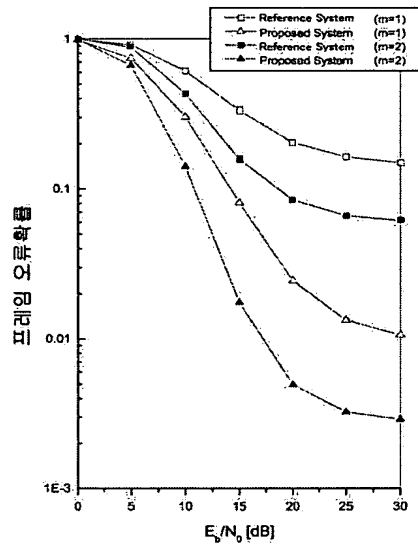
【도 6】



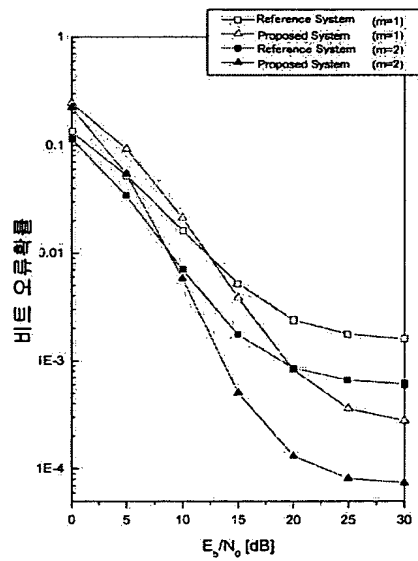


출원번호: 10-2004-0018330

【도 7a】

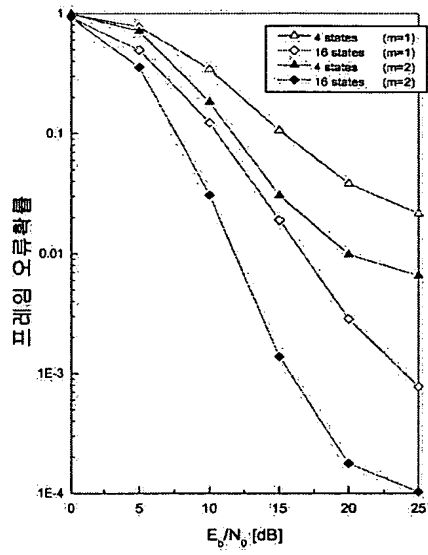


【도 7b】



출원번호: 10-2004-0018330

【도 8a】



【도 8b】

